

POWERED BY **Dialog****Scanning camera has micro mirror raster scan****Patent Assignee:** SIEMENS AG**Inventors:** WERNER M**Patent Family**

Patent Number	Kind	Date	Application Number	Kind	Date	Week	Type
EP 1289273	A1	20030305	EP 2001120511	A	20010828	200347	B
WO 200321938	A1	20030313	WO 2002EP8599	A	20020801	200347	

**Priority Applications (Number Kind Date):** EP 2001120511 A ( 20010828)**Patent Details**

Patent	Kind	Language	Page	Main IPC	Filing Notes
EP 1289273	A1	G	6	H04N-003/08	
Designated States (Regional): AL AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LT LU LV MC MK NL PT RO SE SI TR					
WO 200321938	A1	G		H04N-003/08	
Designated States (National): CN JP US					
Designated States (Regional): AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR IE IT LU MC NL PT SE SK TR					

**Abstract:**

EP 1289273 A1

NOVELTY A scanning camera (SC) has a two axis micro mirror (SP) using Micro Electromechanical System (MEMS) drive creating a raster scan time multiplex sampled image of an object (OB) on a sensor (SE)

USE Scanning camera.

ADVANTAGE Smaller and cheaper because a lens is not required. Not subject to optical distortions and does not require refocusing for different distances. Improved resolutions.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) The drawing is a block diagram of the camera.

Object (OB)

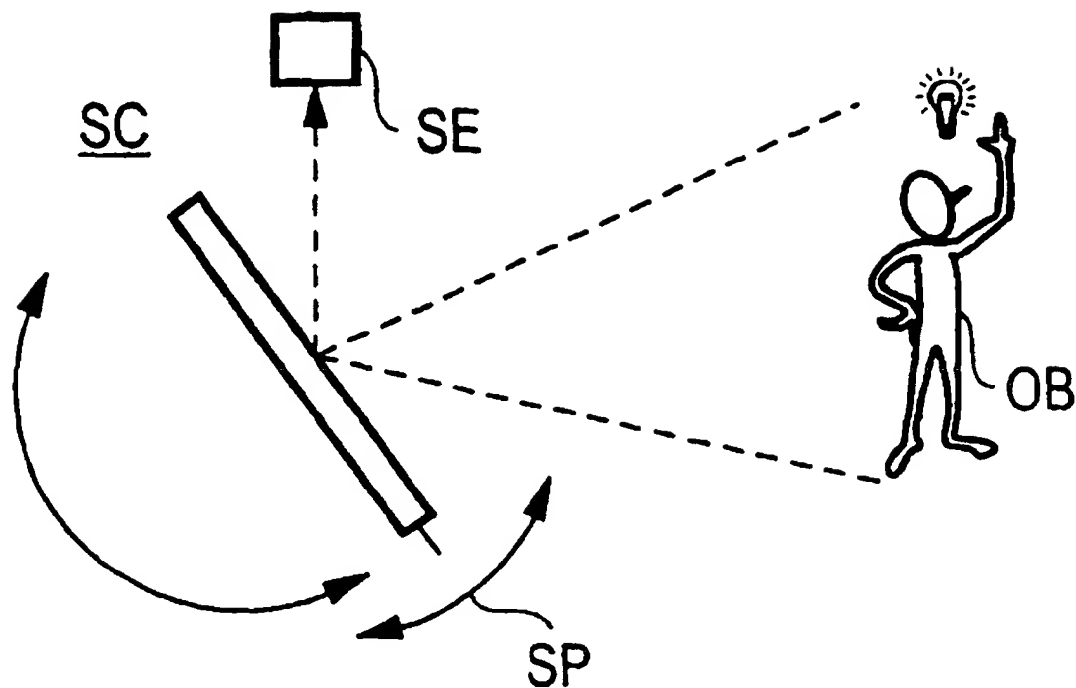
Scanning camera (SC)

Sensor (SE)

**BEST AVAILABLE COPY**

micro mirror (SP)

pp; 6 DwgNo 1/3



Derwent World Patents Index

© 2005 Derwent Information Ltd. All rights reserved.

Dialog® File Number 351 Accession Number 15432853



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**05.03.2003 Patentblatt 2003/10**

(51) Int Cl.7: **H04N 3/08**

(21) Anmeldenummer: **01120511.9**

(22) Anmeldetag: **28.08.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU**  
**MC NL PT SE TR**  
 Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**  
**80333 München (DE)**

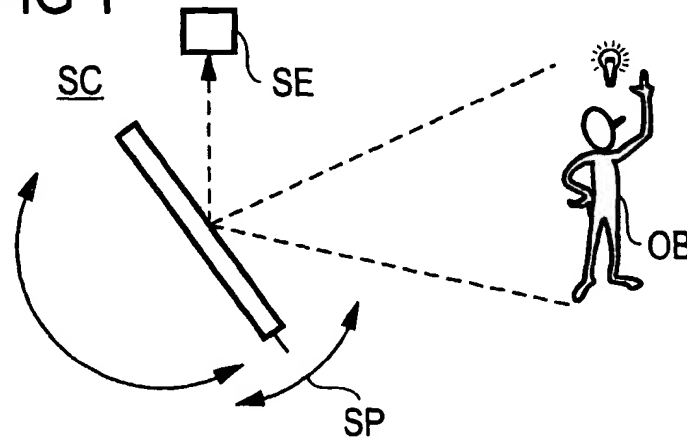
(72) Erfinder: **Werner, Marco**  
**81475 München (DE)**

(54) **Scanning-Kamera**

(57) Die Erfindung betrifft eine Scanning-Kamera (SC) mit einem zweidimensional beweglichen Mikrospeigel (SP) zur Abtastung eines Objektes (OB) und zur

Abbildung auf einen punktförmigen opto-elektrischen Sensor (SE), der zur Umsetzung eines im Zeitmultiplex abgetasteten Bildes in elektrische Bilddaten ausgebildet ist.

**FIG 1**



## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine sogenannte Scanning-Kamera.

[0002] Die heute in elektronischen Kameras beziehungsweise Digitalkameras, Camcordern und Bildtelefonen eingesetzten opto-elektrischen Bildsensoren basieren auf Halbleiterchips mit einem Array von lichtempfindlichen Elementen, sogenannten Pixeln. Zur Abbildung eines Objektes auf diesen Sensor ist eine Linsenoptik vorgesehen, die im einfachsten Fall aus einer einzigen Linse besteht. Eine solche Optik ist mit Verzerrungen behaftet, sie benötigt eine Scharfstellung oder ist an einen fest vorgegebenen Entfernungsbereich gebunden, und sie ist in ihrer Auflösung beschränkt.

[0003] Die Hersteller der eingangs genannten Geräte streben eine Reduzierung von Gewicht, Aufbauvolumen und der Kosten an. Die Linsenbrennweite und der Abstand der Linse vom Bildsensor ist durch die Sensordiagonale und den Aufnahmewinkel der Kamera fest vorgegeben. Eine weitere Miniaturisierung durch eine Verkleinerung der Sensordiagonale und damit der Pixelgröße erfordert eine deutlich höherwertige und damit auch teurere Optik.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde eine kleinere und doch kostengünstige Kamera anzugeben.

[0005] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die im Patentanspruch angegebene Merkmale gelöst.

[0006] Bei der erfindungsgemäßen Kamera wird keine Linse mehr benötigt und alle optischen Eigenschaften können deutlich verbessert werden.

[0007] Das Aufbauvolumen ist bei der erfindungsgemäßen Scanning-Kamera verglichen mit den herkömmlichen Kameras mit Optik und Sensor-Array drastisch reduziert.

[0008] Im Folgenden wird die Erfindung anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels beschrieben. Dabei zeigen:

Figur 1 eine Prinzipdarstellung der erfindungsgemäßen Scanning-Kamera, und

Figur 2 und 3 Ausführungsformen für einen dabei verwendeten Mikrospiegel.

[0009] Die erfindungsgemäße Scanning-Kamera (SC) benutzt ein neuartiges Bildaufnahmesystem. Im Prinzip schwenkt ein zweiachsig kippbarer beziehungsweise schwenkbarer Mikrospiegel die Umgebung beziehungsweise ein Objekt rasterweise ab und lenkt den Lichtstrahl auf ein beispielsweise einzelnes Lichtdetektorelement beziehungsweise opto-elektrischen Sensor.

[0010] Wie in Figur 1 dargestellt, weist die erfindungsgemäße Scanning-Kamera SC einen punktförmigen Bildaufnahmesensor SE auf. Der Sensor SE besteht aus einem Element beziehungsweise einem Pixel. Insbesondere bei einer Farbkamera können mehrere Pixel vorgesehen sein, die für die verschiedenen Farben

empfindlich sind. Der Bildaufnahmesensor SE kann beispielsweise durch einen Fototransistor, einen CCD-Chip oder durch einen CMOS-Baustein realisiert sein.

5 [0011] Weiter weist die Scanning-Kamera SC eine Ablenkeinheit auf, die durch einen Mikrospiegel SP realisiert ist. Erfindungsgemäß tastet der Mikrospiegel SP ein Objekt OB zweidimensional ab. Der Mikrospiegel SP ist dazu zweiachsig kippbar ausgebildet. Vorzugsweise stehen diese beiden Kippachsen senkrecht aufeinander. Diese Kippbewegung ist in der Figur 1 durch die beiden Doppelpfeile (nicht näher bezeichnet) symbolisch dargestellt. Der abgetastete Raumwinkel wird auf den Sensor SE gelenkt beziehungsweise reflektiert. Hierdurch werden alle Elemente eines aufzunehmenden Bildes im Zeitmultiplexverfahren abgetastet und vom Sensor SE in Bilddaten umgesetzt.

10 [0012] Die Ablenkeinheit beziehungsweise der Mikrospiegel SP kann beispielsweise durch sogenannte mikromechanische Elemente (MEMS-Anordnungen) realisiert sein. Ein Überblick über solche Bauelemente kann beispielsweise im Internet unter der URL <http://mems.colorado.edu/cl.res.ppt/ppt/oe.review> abgefragt werden.

15 [0013] Bei der erfindungsgemäßen Scanning-Kamera SC reduziert sich der lichtempfindliche Sensor SE auf nur einen einzigen Bildpunkt, wobei alle Elemente eines aufzunehmenden Bildes beziehungsweise eines Objektes OB im Zeitmultiplex aufgenommen werden. Prinzipbedingt kann auf eine Kollimationsoptik verzichtet werden, womit auch das Fokussieren auf die Bildentfernung entfällt.

20 [0014] In Figur 2 ist eine mögliche Realisierungsform für den Mikrospiegel SP durch ein mikromechanisches Element dargestellt. Das mikromechanische Element besteht vorzugsweise aus Silizium, aus dem eine bewegliche Zunge Z herausgeätzt ist. Die Zunge Z kann senkrecht zur Zeichnungsebene ausgelenkt werden, beispielsweise mit einer Frequenz von ca. 30 bis 40 KHz. Diese Bewegungsrichtung ist durch einen Doppelpfeil P1 symbolisch dargestellt. Der in Figur 2 dargestellt Mikrospiegel SP kann weiter in der Zeichnungsebene gedreht werden, beispielsweise mit einer Frequenz von 50 Hz. Diese Bewegungsrichtung ist durch einen Doppelpfeil P2 symbolisch dargestellt.

25 [0015] In Figur 3 ist eine weitere Realisierungsmöglichkeit für den Mikrospiegel SP dargestellt. Ein Spiegelement SPM ist derart an zwei Seiten beweglich mit einem Grundkörper aus Silizium verbunden, so dass dieses Element SPM zweidimensional ausgelenkt werden kann. Die Schwingungsfrequenzen sind beispielsweise die gleichen wie in Figur 2.

## Patentansprüche

1. Scanning-Kamera (SC)  
mit einem zweidimensional beweglichen Mikrospie-

gel (SP) zur Abtastung eines Objektes (OB) und zur Abbildung auf einen punktförmigen opto-elektrischen Sensor (SE), der zur Umsetzung eines im Zeitmultiplex abgetasteten Bildes in elektrische Bilddaten ausgebildet ist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG 1

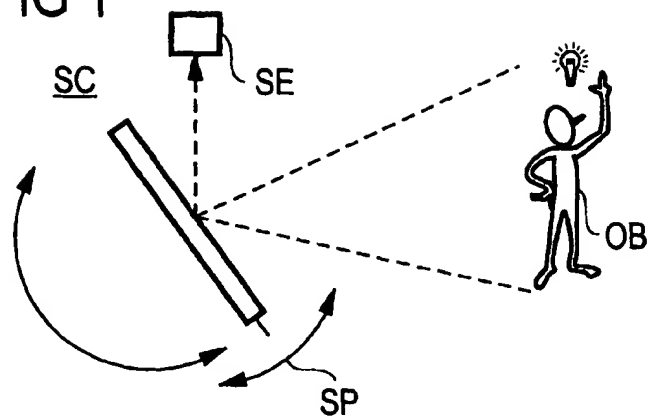


FIG 2

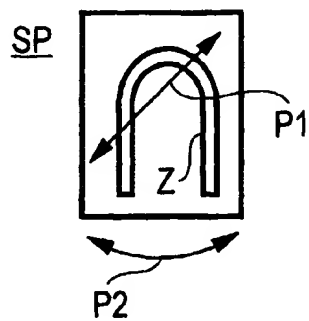
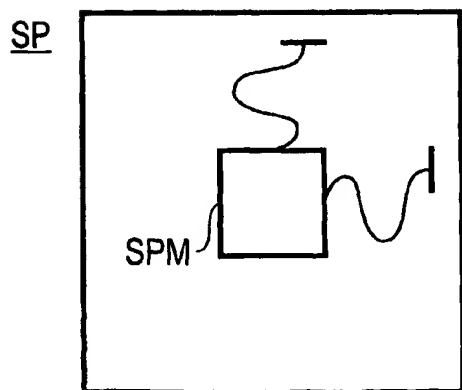


FIG 3





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 01 12 0511

## EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	FR 2 703 475 A (FOULGOC PATRICK) 7. Oktober 1994 (1994-10-07) * Seite 1, Zeile 6 - Zeile 19 * * Seite 2, Zeile 8 - Zeile 12 * ---	1	H04N3/08
X	US 5 612 736 A (DAVIS GILES K ET AL) 18. März 1997 (1997-03-18) * Spalte 10, Zeile 45 - Zeile 63 * -----	1	

### RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)

H04N

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
DEN HAAG	2. November 2001	Bequet, T
<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet  Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie  A : technologischer Hintergrund  O : nichtschriftliche Offenbarung  P : Zwischenliteratur</p> <p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze  E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist  O : in der Anmeldung angeführtes Dokument  L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument  &amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>		

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 01 12 0511

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr

02-11-2001

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
FR 2703475	A	07-10-1994	FR 2703475 A1	07-10-1994
US 5612736	A	18-03-1997	KEINE	

EPC FORM P0411

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/62



POWERED BY **Dialog**

**Miniaturised electronic camera with laser projection system - has rotating mirror with fibre optics feeding laser-detector system, with laser being adjustable w.r.t. image colour intensity, image position on monitor and distance to screen**

**Patent Assignee:** FOULGOC P

**Inventors:** FOULGOC P

#### Patent Family

Patent Number	Kind	Date	Application Number	Kind	Date	Week	Type
FR 2703475	A1	19941007	FR 933823	A	19930330	199440	B

**Priority Applications (Number Kind Date):** FR 933823 A ( 19930330)

#### Patent Details

Patent	Kind	Language	Page	Main IPC	Filing Notes
FR 2703475	A1		16	G02B-026/10	

#### Abstract:

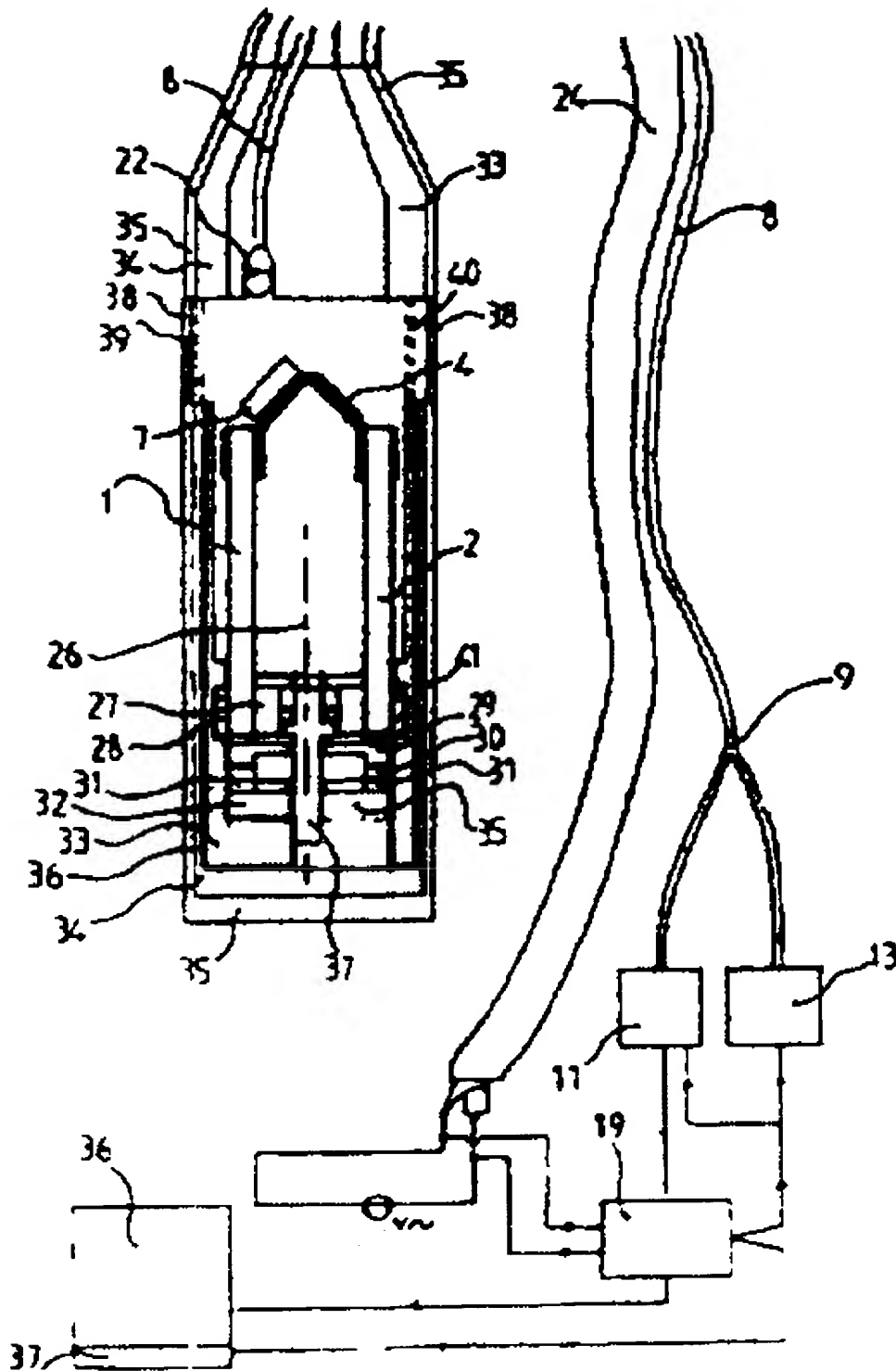
FR 2703475 A

A vibrating mirror (7) is formed by placing the mirror on a V-section (4) between two piezoelectric slabs (1,2). The unit is remotely operated by a control unit (46). Laser light (13) passes through a fibre optic cable (8) to a section opposite the mirror, which has a collimator (22). Laser light is transmitted to the circuit via the mirror, and returned from the circuit via the mirror to the fibre optic cable, where it passes to a photodetector (11), where the image is recorded.

A second laser (45) transmits through a second fibre optic cable to a parallel outlet (10) on the transmitting section, transmitting to a test card on the centre of the V-section. The return is sent back through the fibre optic cable, and detected (44) giving positional information.

**USE/ADVANTAGE** - E.g. for commercial camera work. Allows laser beam to be applied to treat surface at same time that surface is viewed. Precise, rapid process.

Dwg.2/5



Dialog® File Number 351 Accession Number 10051159

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 703 475

②1 N° d'enregistrement national : 93 03823

⑤1 Int Cl<sup>5</sup> : G 02 B 26/10, H 04 N 3/08

⑫

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 30.03.93.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la demande : 07.10.94 Bulletin 94/40.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : FOULGOC Patrick — FR.

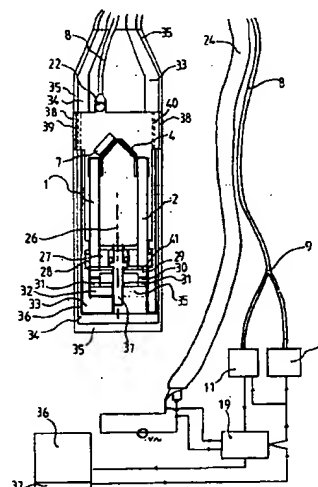
⑦2 Inventeur(s) : FOULGOC Patrick.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire :

⑤4 Dispositif de projection et de prise de vue miniaturisé.

⑤7 Le présent dispositif concerne les domaines de la prise de vue professionnelle et le traitement par rayonnement laser. Il consiste à opérer le balayage de l'axe de prise de vue et de projection d'une fibre optique par le mouvement d'un prisme ou d'un miroir, lui-même mu en vibration grâce au mouvement de lames piézoélectriques (1 et 2) ou métalliques alors influencées par le champs alternatif d'un électroaimant. Leur extrémité porte l'une et l'autre une lamelle métallique (4) articulée en plusieurs endroits, l'une des facettes rigides supportant le miroir (7) de déflexion de l'axe optique de la fibre (8). A l'autre bout de la fibre, on place par exemple un coupleur (9) qui la divise en deux extrémités, l'une (10) où on place un ou plusieurs photodétecteurs (11), l'autre (12) un ou plusieurs lasers (13). On enregistre le signal du photodétecteur (14) et la connaissance du balayage mécanique, grâce à la visualisation par le balayage d'une ligne de mire, permet un arrangement des diverses fractions du signal enregistré pour composer l'image.



FR 2 703 475 - A1



La présente invention concerne les domaines de la prise de vue professionnelle ainsi que le traitement par rayonnement laser et vient compléter et préciser les demandes de brevets n° 90 11348, 90 12458, 91 01972 et 91 05420 qui décrivent un tel procédé. Dans ce procédé le balayage de la prise de vue n'est plus électronique mais mécanique: on fait vibrer l'axe de prise de vue d'une fibre optique en le déviant par un miroir ou un prisme lui-même en vibration. Ceci va opérer un premier balayage de l'axe de prise de vue, en quelque sorte le balayage horizontal (16). Ensuite on applique à ce miroir en vibration un second mouvement qui est une rotation continue (17) ou bien changeant alternativement de sens, et ce grâce à un micromoteur (20). Ce second mouvement fait que le miroir va dévier l'axe de prise de vue de la fibre optique de manière à ce qu'il parcoure toute une surface angulaire. De l'autre côté de la fibre on place un capteur photosensible (11) ou bien plusieurs capteurs, après division de l'extrémité de la fibre (par coupleur par exemple) puis filtrage de couleurs fondamentales pour obtenir la multichromie, et on va ainsi enregistrer la chrominance et la luminance de tous les points du champs de prise de vue qui sont balayés par l'axe optique de la fibre. Le balayage mécanique n'étant pas forcément régulier on repèrera si besoin ce mouvement et nous affilierons les différentes séquences du signal du photocapteur à des coordonnées spatiales puis un traitement (19) permettra le réarrangement de ces séquences ou points de manière à ce que le nouvel ordre soit celui d'apparition des points du moniteur de prise de vue. De même que la fibre optique sert à la prise de vue, elle va également transporter une lumière laser (13) du moniteur vers la caméra pour éclairer le point et uniquement le point observé à l'instant  $t$  de la prise de vue. On place donc sur la partie de la fibre près du moniteur un coupleur (9) qui divise cette fibre en deux extrémités, l'une où on place un ou plusieurs photocapteurs (11) et l'autre une ou plusieurs sources laser (13).

Un tel dispositif permet non seulement la prise de vue mais aussi le traitement laser en bombardant par un faisceau laser issu de la caméra, les points qui sont balayés au cours de l'observation. Cela offre plusieurs avantages:

- On peut sélectionner les points à bombarder d'après leur couleur et l'intensité de ces couleurs donc aussi leur température, mais aussi leur position sur le moniteur, donc sur le champs de prise de vue, ou même leur distance à l'écran, ou bien encore la cumulation de plusieurs de ces facteurs. La saisie et le bombardement de ces points peut être quasi simultanée, automatique et donc très précise et rapide car sans manipulation.

- on peut filmer à contre jours ou bien filmer des soudures car on adapte à notre dispositif un procédé qui filtre ou éclaire (grâce au bombardement laser mais de faible puissance ici) sélectivement et indépendamment chaque point de l'image.

- l'absence d'électronique sensible dans la caméra permet une tenue aux radiations ou à la chaleur exceptionnelle.

Le dispositif est donc constitué comme suit:

5 La caméra dans laquelle il y a une ou deux lames (1 et 2) vibrant et entraînant dans la vibration un miroir (7) ou un prisme. Il y a également un moteur (18) qui entraîne l'ensemble de ces lames et miroir en rotation (17). Dans la caméra parvient l'extrémité de la fibre de prise de vue ou de  
10 faisceau de projection ou de prise de vue parallèle. On constate que cet ensemble peut être très compact et surtout que l'électronique ne réside pas dans la caméra.

En effet cette caméra est reliée au moniteur par un cordon dont la  
15 longueur n'est pas limitée sinon à plusieurs centaines de mètres par la déperdition du signal optique dans la fibre (ou les fibres). Ce cordon contient donc: la fibre de prise de vue et de projection, les fils d'alimentation (24) de la ou des deux lames opérant le balayage "horizontal" et l'alimentation du moteur bien qu'on puisse cumuler  
20 l'ensemble de ces alimentation en une alimentation globale (une première sinusoïde pour un balayage et une seconde fonction, sinusoïde ou triangulaire, d'ordre supérieur portant la première). Le cordon peut donc lui aussi avoir un diamètre très faible de l'ordre de trois millimètres. L'autre extrémité du cordon est relié à l'ensemble contenant le ou les  
25 capteurs photosensibles (11), les sources lasers (13). Le ou les capteurs eux mêmes envoit leur signal à un ensemble (19) qui va effectuer le traitement des diverses séquences (15) pour les réarranger et ensuite les envoyer au moniteur. Les sources laser sont ou bien continues et servent alors d'éclairage d'appoint, ou bien modulées et le calcul du temps aller  
30 retours d'une modulation va opérer la télémétrie, ou bien encore commandées par le signal enregistré à la prise de vue (projection sur telle ou telle couleur) ou bien encore par les coordonnées calculées de la position du balayage de la caméra, ceci pour projeter selon des critères purement  
35 spaciaux.

Ce que propose également la présente invention est donc la mécanique opérant le balayage horizontal ainsi qu'un moyen simple de repérer ce balayage.

Nous avons des lames (1 et 2), au nombre de deux de préférence (figures 3 et 4), et dont les vibrations sont rectilignes sinusoïdales et en opposition de phase (3). Ce moyen permet de doubler l'amplitude appliquée au miroir (7) ou prisme mais aussi d'éliminer les problèmes de vibration dans la caméra. Chaque extrémité de ces lames (ou d'une lame vibrante si elle est  
40 unique) est fixée sur une pièce (indice 4 et détail de fabrication figure 5) pouvant s'articuler à certains endroits (5) et cette pièce est donc constituée de surfaces rigides (6) mais qui peuvent pivoter l'une autour de l'autre. Pour réaliser cette pièce et afin d'obtenir une bonne tenue aux vibrations on suggère de prendre une bande d'un matériaux très souple (25) mais

résistant à la rupture engendrée par la vibration (fibres de verre ou de  
 carbone par exemple) avec les fibres parallèles au plan de vibration.  
 Ensuite on sertit ce film à X endroits avec X pièces rigides (par exemple 2  
 pièces rigides qui sertissent à deux endroits le film pour constituer deux  
 5 plaques rigides): il suffit de plier chaque pièce en deux sur le film en  
 adjoignant un mince film de colle ou bien en maintenant la fixation de la  
 pièce sur le film par une pression suffisante sur le pliage, le film étant  
 alors "écrasé" par les deux parties de la pièce l'enserrant. Il y a plusieurs  
 10 pièces identiques qu'on va ainsi sertir côte à côte sur le film. L'espace  
 entre ces pièces où le film n'est pas entouré va constituer une articulation  
 (5). Cet espace doit avoir sa largeur voisine de l'épaisseur du film à  
 l'endroit où il est sertit, c'est à dire l'épaisseur du film ajoutée à deux au  
 double de l'épaisseur des pièces rigides plus éventuellement quelques  
 15 microns de film de colle. On doit parvenir ainsi à une articulation de  
 largeur voisine de 10 microns et même inférieure. Sur l'une des pièces  
 métalliques qui sont des surfaces, on va fixer par collage ou même par  
 sertissage le miroir (7) ou le prisme. On peut avantageusement fixer la  
 pièce indice 4 sur la ou les lames vibrantes par ce même sertissage grâce  
 à une ou deux pièces rigides supplémentaires que l'on plie sur le film et  
 20 sur la ou les extrémités de ces lames vibrantes. Ce mécanisme permet  
 une faible résistance au mouvement (celle du film en fibre de carbone ou  
 autre) tout en ayant un comportement et une tenue mécanique stable (en  
 effet le film ne doit pas s'échauffer se dilater ou se rompre, chose possible  
 avec ce genre de matériaux). Les parties qui doivent rester rigides ne  
 25 subissent pas de contraintes et leur fixation sur le film est parfaite.

L'emploi de deux lames permet d'une part de doubler l'amplitude de  
 balayage, mais d'autre part d'éviter les problèmes de vibration, grâce aux  
 30 deux lames vibrant en opposition de phase (figure 4) sur un même plan  
 (3).

Le contact entre les lames piézoélectriques et les fils d'alimentation doit  
 permettre la rotation de ces lames. On suggère donc que les faces  
 35 extérieures des lames entrent en contact avec un anneau (ou roulement à  
 billes), mais que ce contact autorise la rotation. Les faces internes des  
 lames seront elles aussi en contact avec une pièce conductrice autour de  
 laquelle elles pourront tourner. On place avantageusement deux pièces  
 conductrices (28 pour les faces externes et 27 pour les faces internes) elle  
 aussi en forme d'anneau, la première entre le contact immobile et les  
 40 faces externes des lames et immobiles par rapport à ces faces donc  
 tournant également, la deuxième pièce entre le contact immobile et les  
 faces internes des lames et immobiles par rapport à ces faces. Cela  
 permet d'éviter que les frottements ne s'appliquent directement contre les  
 faces des lames mais contre ces pièces moins fragiles. On peut également  
 45 solidariser le rotor (29) du moteur avec les lames en rotation.

Pour opérer le balayage vertical, on suggère donc soit une oscillation soit une rotation dont le sens et la vitesse seraient constants. L'impératif est ici de plusieurs ordres:

- la taille du moteur,
- 5 - sa vitesse angulaire de rotation,
- sa régularité,
- plus un autre facteur non lié à la technique: le prix.

En l'occurrence, un tel moteur est en phase de mise au point. Il  
 10 fonctionne sur un principe à ultrason produit par piézoélectrique. Ce moteur peut posséder un diamètre de 2 mm, pour une vitesse de 700 tours/minute (donc 11,6 tours/seconde, proche des 12,5 Hz pour une oscillation). Le prix pourrait être inférieur à 30000 Frs. On suggère donc l'utilisation du dit moteur (20) dans notre caméra.

15 En outre un tel moteur permet de n'avoir qu'une seule alimentation pour ce moteur et pour les lames. En effet, le principe même du moteur exige une fréquence de tension, fréquence qui détermine le nombre de pas (pour un même moteur, la fréquence est égale au nombre de pas multiplié par  
 20 une constante). Pour ce type de moteur, ce nombre est très grand et chaque pas très petit et donc précis. On peut admettre un pas qui soit l'équivalent d'un nombre fixe N de lignes horizontales (N peut être compris entre 0 et 1) et donc un nombre de pas égal au nombre de lignes multiplié par N (par exemple 240.N). Ainsi le moteur est composé d'un  
 25 rotor (29) et d'un stator bipolaire (30) alimenté par les électrodes 33 et 34 qui sont en fait des couches ou parties de couches du boîtier. Entre ces électrodes et les stators et rotor, on place avantageusement un matériau conducteur (32 et 35) et amortissant, soit par sa masse ou soit par sa nature, les vibrations de la céramique piézoélectrique (31) du moteur. On  
 30 place également un matériau amortisseur mais non conducteur (41) entre les lames vibrantes piézoélectriques et le rotor du moteur. Dans le schéma de la caméra comportant un tel moteur, une couche isolante (35) recouvre le boîtier et pourquoi pas le cordon joignant la caméra au moniteur. Une autre couche isolante (36) s'intercalé entre les deux  
 35 couches électrodes 33 et 34. Dans cette version de la caméra on prévoit aussi bien une rotation qu'une oscillation, oscillation que le moteur serait capable de fournir. Dans le cas d'une rotation autour de l'axe 26, la fenêtre transparente du boîtier (38) est en forme d'anneau autours de celui-ci, mais est traversée par deux baguettes (39 et 40) qui conduisent le  
 40 courant du cordon jusqu'aux couches conductrices 33 et 34. On placera avantageusement la mire sur l'une ou l'autre de ces baguettes.

Des tests montre qu'une amplitude de balayage suffisante peut être atteinte avec une fréquence elle même suffisante au balayage horizontal.  
 45 Nous travaillons à la première harmonique des lames utilisables (par exemple piézoélectriques). Une fréquence comprise entre 2 KHz et 3 KHz convient pour des lames piézoélectriques de 25 mm de longueur, puisqu'il faut multiplier par quatre ces valeurs pour avoir l'équivalent d'un



balayage standart: en effet nous considérons la fréquence d'un aller ET retours donc en fait de deux lignes de balayages. De même, nous travaillons en trame unique et donc il faut encore multiplier par deux cette fois le balayage vertical standart pour avoir notre équivalent. Une  
5 tension de 100 V est suffisante pour actionner les lames piézoélectriques que nous avons utilisées à de telles fréquences puisque la déflexion d'une seule lame peut être de 80 microns. Ceci nous donne environ 160 microns pour deux lames et le mécanisme supportant le miroir préconisé ici permettrait un balayage à 2,5 KHz de 876 mm à une distance de 3480 mm.  
10 Un tel mécanisme encore plus performant car conçu avec des moyens appropriés offrirait des amplitudes beaucoup plus grandes.

Pour obtenir la réplique du balayage sur le moniteur il nous faut soit avoir un balayage parfaitement régulier et donc le réarrangement constant des  
15 points observés pour avoir un balayage standard peut se faire sans repérage. Ou bien la régularité est insuffisante et on repère le mouvement du miroir (ou des lames) soit point par point soit par ligne en réétalonnant à chaque ligne et en donnant par exemple un signal de début de ligne. Une technique consiste à opérer un repérage d'un point sur la ligne tel  
20 que le milieu de ligne puis celui du milieu de la ligne suivante, en déduire le temps qui les sépare pour avoir la fréquence réelle de balayage et surtout le décalage de phase entre l'alimentation et ce balayage. Une autre technique, celle que nous préconisons, consiste à placer une mire après le miroir (ou le prisme) dans le boîtier même de la caméra. Cette mire est  
25 placée entre le dit miroir ou prisme et une éventuelle optique de correction (différente de la collimation, évidemment). On peut placer cette mire ayant la forme d'une ligne avantageusement sur l'une des extrémités du balayage vertical, par exemple sur la face interne de la baguette conductrice indice 39 ou 40. De ce fait, au cours du balayage vertical, cette  
30 mire va être parcourue par une ligne de balayage horizontal. Cette mire est de préférence composée de segments de couleurs ou d'albédo très différents les uns des autres. Ainsi la lecture par le balayage horizontal de cette mire nous donne un signal semblable au numérique, en l'occurrence une fonction en escalier. Au niveau du moniteur, on  
35 réceptionne ce signal en le comparant à un signal étalon. on applanit cette fonction en escalier pour remplacer l'ordonnée par un niveau de gris correspondant aux différentes luminosités des segments de la mire. Ce dernier signal correspond à la vue correcte de la mire par un balayage horizontal parfaitement régulier. Dans l'étape suivante, on traite le  
40 signal reçu pour le rendre semblable au signal étalon. Pour cela, il suffit de compresser ou d'étendre chaque pas de cette fonction en escalier, ainsi que d'opérer un éventuel glissement de cette fonction par le changement d'ordonnées. De telles facultés sont possibles par des outils de traitement de signal ou des cartes électroniques (19) comportant entre autre cette  
45 compression de signal ainsi qu'un ou des délais effectuant le changement de coordonnées Y. Cette transformation peut être très rapide et l'on demande simplement de pouvoir l'effectuer à chaque aller-retours de balayage vertical (ou de période d'oscillation, ou bien une fois par rotation

si le balayage vertical consiste à faire tourner les lames vibrantes). A chaque observation de la mire correspond une série d'opération de correction de signal afin que celui-ci ressemble au signal étalon. Entre deux observations de mire, on conserve la même série d'opérations. Soit le

5 calcul de cette série est instantanée (la durée d'observation de la ligne de mire donc 2 à 3 KHz ici, et on applique la même correction aux lignes suivantes de l'image. Soit encore, si la correction exige un temps plus long, on mémorise dans un premier temps le signal de l'image en même temps qu'on calcule cette correction. Puis on émet le signal image

10 corrigé, avec donc une image de retard (soit la durée d'un balayage vertical) entre la prise de vue et la parution de l'image sur le moniteur. Si la fréquence verticale est de 25 Hz, alors cela amène un traitement à 25 Hz pour une rotation complète ou bien à 12,5 Hz pour une oscillation. Les manipulations effectuées nous ont montré une régularité de balayage

15 parfaite (irrégularité inférieure à 0,66%) allant de 30 secondes à plus de 10 minutes. Une telle régularité impliquerait, pour une évolution linéaire et par intervalle entre deux corrections, moins de 0,002% d'irrégularité! La compression de signal peut être analogique ou même numérique. Dans ce dernier cas, il faut se rappeler qu'on peut traiter le signal de mire d'après

20 la mémorisation de ce signal, ce qui nous donne un délai de 1/25 ou 1/12,5 seconde, délai largement suffisant pour traiter ce signal. Par exemple, un tel délai permet de compresser les pas d'une fonction en escalier dont le nombre de pas est de 300 avec une vitesse d'exécution de seulement 3,75 KHz pour une oscillation comme balayage vertical ou bien pour une

25 rotation complète 7,5 KHz. Une si faible vitesse d'exécution permet une compression (ou dilatation) point par point d'une image de 300 points de définition horizontale. Pour une fréquence verticale de 12,5 Hz (équivalente à 50 Hz du balayage double trame standard) et horizontale de 3 KHz, on obtient alors 240 lignes de balayage par image et donc 72000

30 points. En abaissant de moitié la fréquence verticale, ce qui exige une mémoire image, mémoire qu'on lit alors deux fois, on obtient la lecture correcte (sans scintillement) d'une image de 144000 points. Pour des inspections qui n'exigent pas de caméra rapides (inspection de corps immobiles ou à faible vitesse, comme c'est le cas dans la plupart des

35 inspections industrielles), une telle image est bienvenue. Quant au médical, il convient de comparer les 72000 points d'une vitesse standard avec les 20000 ou 30000 points maximum des réseaux de fibres.

Pour observer la mire, le collimateur en sortie de fibre (22) va focaliser

40 l'axe d'observation sur cette mire après balayage du miroir. Ensuite, une seconde optique (placée en 38 par exemple) va focaliser l'observation sur les objets observés. Cette seconde optique vient se placer à côté de la mire, après le miroir ou le prisme et ne modifie donc pas la focallisation par le collimateur de l'axe de prise de vue sur la mire.

45 Pour une oscillation à va et vient irrégulier, on place avantageusement deux mires de part et d'autre de la fenêtre d'observation du boîtier de la caméra, de sorte qu'au cours d'une demi période d'oscillation (ou d'un

balayage vertical) la prise de vue est bordée par ces deux mires. L'observation et la reconnaissance de ces mires permet de calculer le mouvement exact de l'oscillation: décalage dans le temps entre la tension fournie au moteur actionnant l'oscillation et cette oscillation, amplitude  
5 d'oscillation (par les durées d'observation des mires), glissement de l'observation (par la différence entre les deux durées d'observation des mires). En l'occurrence, une même technique peut repérer le balayage vertical (oscillation ici) et horizontal (vibration du miroir ou du prisme).

10 D'autres techniques existent telle l'interférométrie point par point. Elle permet l'acquisition de plusieurs centaines de points pour une même ligne. La figure 2 montre une telle version. Quelques dizaines de points  
15 suffiraient et le fait que le balayage reste suffisamment régulier pendant plusieurs secondes (jusqu'à 5 mn) permet d'avoir le temps de traiter ces données pour les reprendre jusqu'à l'acquisition suivante. On peut utiliser une interférométrie grande longueur d'onde pour limiter le nombre de données par ligne et donc la quantité du traitement. Pour cette  
20 interférométrie, on utilise de la fibre optique monomode (10). On place sur celle ci un coupleur deux vers deux (42). L'un des quatre chemins ainsi obtenus va dans le cordon de la caméra jusqu'à celle-ci et est projeté contre une partie réfléchissante de l'ensemble vibrant. Le même chemin retourne le signal réfléchi jusqu'au coupleur se trouvant près du moniteur. Un second chemin va jusqu'à un miroir fixe dit de référence (43) et le  
25 troisième et le quatrième chemins vont vers une source laser à longueur d'onde stable telle que HeNe (44) et vers la cellule de détection indice 45. L'ensemble constitué encore une fois du coupleur des trois autres chemins de fibres ainsi que de la cellule et du laser sont près du moniteur bien que l'on puisse superposer les deux chemins de fibres allant vers la  
30 partie vibrante et le miroir fixe celui-ci de taille minime se situant alors dans la caméra. D'autres techniques de repérage sont évidemment envisageables.

35 Le fait que l'observation soit effectuée par une fibre et une seule permet plusieurs choses:

- On peut adapter à cette caméra un dispositif qui va filtrer l'image point  
40 par point afin d'éviter les trop grandes différences de luminance pour une même image. Cela offre, entre autre la possibilité de filmer des opérations de soudures. Pour cela, on va filtrer le trajet optique de la fibre de prise de vue (qui peut cumuler la projection). Un seul filtre est alors suffisant car on va filtrer successivement chaque point de l'image. Le problème est  
45 d'avoir un filtrage type atténuateur (et non numérique) mais également rapide pour filter point par point. Pour 72000 points de définition, avec 25 images/seconde, le débit est de 1,8 MHz. On suggère, ici l'emploi d'un commutateur optique. La fibre de prise de vue est, au moins sur un tronçon constituée en son coeur d'un matériau électro-optique (LiNbO3

- par exemple). Parallèle à ce tronçon et proche de celui-ci, on place une autre fibre elle aussi constituée d'un matériau électro-optique. Le parallélisme et la proximité des deux fibres ne doit se faire que sur un tronçon seulement de chaque fibre. Sur les deux fibres, on place deux électrodes E1 et E2, lorsqu'on applique une différence de potentiel, les champs des électrodes sont opposés et chaque champs induit une variation d'indice du coeur de la fibre contre laquelle il est placé. Les deux électrodes étant de potentiel opposé, les variations d'indices  $n_1$  et  $n_2$  sont opposées. Si les nouveaux indices sont  $n_1'$  et  $n_2'$  alors  $n_1' - n_1 = n_2 - n_2'$ .
- En l'absence de tension à ces électrodes, la région où les fibres sont parallèles est la région de couplage, c'est à dire qu'avec des coeurs juxtaposés, la lumière issue d'une fibre va se répartir dans les deux fibres. Donc l'intensité lumineuse perçue par la cellule en bout de fibre est la moitié de celle perçue par la fibre de prise de vue dans la caméra moins la déperdition lumineuse propre à la fibre. Si on applique un champs sur la région de couplage de cette fibre, l'intensité lumineuse conduite par la fibre après cette région de couplage est maximale (alors elle est nulle pour l'autre fibre) car par la différence d'indice entre les deux fibres supprime le couplage. Il suffit de placer alors la cellule non pas sur la fibre captant la lumière dans la caméra, mais sur l'autre fibre pour obtenir une intensité lumineuse perçue par la cellule comprise entre la moitié de celle entrant dans la première fibre et une intensité lumineuse nulle. Cela revient simplement à diminuer de moitié la sensibilité lumineuse de la caméra, chose acceptable lorsqu'on filme des soudures. La vitesse de filtrage alors possible est celle de la modulation de tension aux électrodes, ou celle de la variation d'indice des fibres si cette dernière est inférieure. Pour ce qui est de la modulation de tension, elle peut dépasser largement le débit requis. De même, la variation d'indice peut dépasser cette vitesse. La vitesse supérieure à 50 Mhz qui serait possible avec un tel dispositif permettrait un filtrage en numérique puisque cela revient à effectuer 28 filtrages en tout ou rien pour chaque point et donc à accorder au moins 28 valeurs de filtrage, du maximum à l'obturation, pour chaque point de l'image.
- Un même principe permet de moduler un faisceau laser guidé par cette même fibre ou par une fibre différente, faisceau qui éclaire chaque point de la prise de vue.
- La télémétrie est facilement adaptable sur notre dispositif. Il suffit, pour cela de moduler le faisceau laser précédent selon un rythme reconnaissable (modulation numérique en tout ou rien). La cellule de prise de vue va ensuite enregistrer et reconnaître ce message. Il suffit de calculer le temps entre l'émission et la réception du message pour en déduire la distance entre l'objet qui réfléchit ce faisceau (en prise de vue) et la caméra puisqu'on connaît la longueur de fibre qui guide ce faisceau. Pour une longueur de fibre nulle, la distance de télémétrie maximum point par point, pour 72000 points de définition est strictement inférieure à

83,3 mètres dans le vide. Pour une certaine longueur de fibre (donc de cordon entre la caméra et la cellule) cette distance devient  $83,3 - nL$ .  $n$  est l'indice de la fibre et  $L$  la longueur du cordon. Ce facteur  $nL$  étant constant, on peut le connaître et déduire le délai entre le point observé et le point que le faisceau atteint. Il suffit d'anticiper ce fait pour connaître le point sur lequel va s'exercer la télémétrie. On va conclure en calculant le nombre de points qui séparent le point observé du point que le faisceau atteint: ce nombre est égal à l'entier inférieur ou égal à  $nLNf/C + Dnf/C$ .  $N$  est le nombre de points par image,  $F$  le nombre d'images par seconde,  $C$  la vitesse de la lumière dans le milieu d'inspection et  $D$  la distance entre la caméra et le point observé. Or, pour une distance d'inspection (distance entre la caméra et le point observé) inférieure ou égale à la distance maximale requise,  $Dnf/C$  est compris entre 0 et 1, donc pour une telle distance d'inspection  $D$ , le nombre de points est égal à l'entier inférieur ou égal à  $nLNf/C$  et nous n'avons plus ici que des facteurs que nous connaissons car dépendant du dispositif. Nous en déduisons le nombre de points de décalage, nombre constant pour une distance inférieure ou égale à la distance maximale requise  $D$ . Cette distance maximale est égale à  $C/Nf$ . Ainsi, en connaissant le nombre de points de "décalage", on restitue les mesures aux points corrects qu'elles concernent.

La figure 1 de la planche 1/2 montre la caméra et le principe dans son ensemble. le cordon est interrompu entre la caméra et l'ensemble de détection et traitement d'image. La figure 2 de la planche 2/2 montre une version incluant un repérage interférométrique. La figure 3 précise le mécanisme articulé qui supporte le miroir de même que la figure 4 montre ce mécanisme vu de dessus avec le sertissage des lames 1 et 2 par les deux pièces indice 6. La figure 5 montre la réalisation du mécanisme supportant le miroir avec le pliage des pièces rigides 6 sur le film indice 25 (ainsi que sur les deux lames 1 et 2 qui seront donc également serties).

## REVENDICATIONS

- 1 - Dispositif de microcaméra et microprojecteur laser caractérisé en ce qu'il est constitué de:
  - 5 La caméra pouvant projeter un faisceau laser dans laquelle il y a une ou deux lames (1 et 2) vibrant et entraînant dans la vibration un miroir (7) ou un prisme selon un plan de vibration (indice 3). Cette première vibration du miroir ou prisme entraîne le balayage de l'axe optique de la fibre (22) selon une ligne. Un moteur (20) entraîne l'ensemble de ces lames et miroir en
  - 10 rotation ou oscillation (17). Dans la caméra parvient l'extrémité de la fibre de prise de vue ou de projection (8) laquelle est jointe à un collimateur (22) pour obtenir un faisceau de projection ou de prise de vue parallèle. Ce second mouvement fait que le miroir va dévier l'axe de prise de vue de la fibre optique de manière à ce qu'il parcoure toute une surface angulaire. Chaque extrémité
  - 15 de la ou des lames est fixée sur une pièce (indice 4) pouvant s'articuler à certains endroits (5). Sur l'une des pièces métalliques qui sont des surfaces, on va fixer par collage ou même par sertissage le miroir (7) ou le prisme.
- 20 Cette caméra est reliée au moniteur par un cordon dont la longueur n'est pas limité sinon à plusieurs centaines de mètres par la déperdition du signal optique dans la fibre (ou les fibres). Ce cordon contient donc: la fibre de prise de vue et de projection (8), les fils d'alimentation (24) des deux lames opérant le balayage "horizontal" et l'alimentation du moteur bien qu'on puisse
- 25 cumuler l'ensemble de ces alimentation en une alimentation globale. L'autre extrémité du cordon est relié à l'ensemble contenant le ou les capteurs photosensibles (11), les sources lasers (13). Le ou les capteurs eux mêmes envoit leur signal à un ensemble (19) qui va effectuer le traitement des diverses séquences (15) pour les réarranger et ensuite les envoyer au
- 30 moniteur.
- De même que la fibre optique sert à la prise de vue, elle va également transporter une lumière laser (13) du moniteur vers la caméra pour éclairer
- 35 le point et uniquement le point observé à l'instant t de la prise de vue. On place donc sur la partie de la fibre près du moniteur un coupleur (9) qui divise cette fibre en deux extrémités, l'une où on place un ou plusieurs photocapteurs (11) et l'autre une ou plusieurs sources laser (13). Les sources laser sont ou bien continues et servent alors d'éclairage
- 40 d'appoint, ou bien modulées et le calcul du temps aller retours d'une modulation va opérer la télémétrie, ou bien encore commandées par le signal enregistré à la prise de vue (projection sur telle ou telle couleur) ou bien encore par les coordonnées calculées de la position du balayage de la caméra, ceci pour projeter selon des critères purement spaciaux.
- 45 Pour obtenir la réplique du balayage sur le moniteur, on place une mire après le miroir (ou le prisme) dans le boîtier même de la caméra. Cette mire est

5 placée entre le dit miroir ou prisme et une éventuelle optique de correction et  
différente de la collimation (22). On peut placer cette mire ayant la forme  
d'une ligne avantageusement sur l'une des extrémités du balayage vertical,  
ou bien sur une baguette parallèle au plan de vibration des lames et qui sera  
10 placée sur la face interne du boîtier. De ce fait, au cours du balayage vertical,  
cette mire va être parcourue par une ligne de balayage horizontal. Cette  
mire est de préférence composée de segments de couleurs ou d'albédo très  
différents les uns des autres. Ainsi la lecture par le balayage horizontal de  
cette mire nous donne un signal semblable au numérique, en l'occurrence une  
15 fonction en escalier. Au niveau du moniteur, on réceptionne ce signal en le  
comparant à un signal étalon. Ce dernier signal correspond à la vue correcte  
de la mire par un balayage horizontal parfaitement régulier. Dans l'étape  
suivante, on traite le signal reçu pour le rendre semblable au signal étalon.  
Pour cela, une carte électronique ou un moyen de traitement de signal connu  
20 de l'homme de l'art va compresser ou étendre chaque pas de cette fonction en  
escalier, ainsi qu'il opère un éventuel glissement de cette fonction par le  
changement d'ordonnées. On peut effectuer ce traitement à chaque aller-  
retours de balayage vertical (ou de période d'oscillation, ou bien une fois par  
rotation si le balayage vertical consiste à faire tourner les lames vibrantes).  
La compression de signal peut être analogique ou même numérique.

25 Pour observer la mire, le collimateur en sortie de fibre (22) va focaliser l'axe  
d'observation sur cette mire après balayage du miroir. Ensuite, une seconde  
optique (placée en 38 par exemple) va focaliser l'observation sur les objets  
observés. Cette seconde optique vient se placer à côté de la mire, après le  
miroir ou le prisme et ne modifie donc pas la focalisation par le collimateur de  
l'axe de prise de vue sur la mire.

30

2- Dispositif de microcaméra et microprojecteur laser  
selon la revendication 1 caractérisé en ce que pour une oscillation ou une  
rotation à va et vient irrégulier, on repère ce mouvement par l'observation de  
35 la ou de deux mires qui bordent alors l'oscillation. L'observation et la  
reconnaissance de cette ou ces mires permet de calculer le mouvement exact  
de l'oscillation: décalage dans le temps entre la tension fournie au moteur  
actionnant l'oscillation et cette oscillation, amplitude d'oscillation (par les  
durées d'observation des mires), glissement de l'observation (par la différence  
40 entre les deux durées d'observation des mires). En l'occurrence, une même  
technique peut repérer le balayage vertical (oscillation ici) et horizontal  
(vibration du miroir ou du prisme). A chaque observation de la mire  
correspond une série d'opération de correction de signal afin que celui-ci  
ressemble au signal étalon. Entre deux observations de mire, on conserve la  
45 même série d'opérations et donc la même correction. De la même manière  
qu'on corrige l'observation de mire, on va corriger les lignes suivantes jusqu'à  
la prochaine observation de mire. Les corrections sont effectuées par des  
moyens connus de l'homme de l'art (générateur de signal par exemple ou

5 carte électronique placée entre l'émetteur de signal et le récepteur), pouvant effectuer des transformations de signal tels que compression ou dilatation de séquences de signal, décalage de séquences dans le temps (ou sur l'ordonnée vu sur un oscilloscope) augmentation ou diminution des amplitudes pour une séquence.

10 3- Dispositif de microcaméra et microprojecteur laser selon la revendication 1 caractérisé en ce que le moteur (20) entraînant les lames vibrantes accomplit un mouvement de rotation ou d'oscillation et est constitué comme suit:  
le moteur est un moteur à ultrason produit par un stator piézoélectrique et est avantageusement alimenté par la même tension que les lames vibrantes. Il n'y a alors qu'une seule alimentation pour ce moteur et pour les lames ou l'électroaimant les attirant. La fréquence de la tension détermine le nombre  
15 de pas et un pas est l'équivalent d'un nombre de lignes horizontales qui est constant pour un moteur donné.

20 4- Dispositif de microcaméra et microprojecteur laser selon la revendication 1 caractérisé en ce que le miroir ou prisme est entraîné par deux lames vibrant sur un même plan en opposition de phase.

25 5- Dispositif de microcaméra et microprojecteur laser selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'on adapte à cette caméra un dispositif qui va filtrer l'image point par point afin d'éviter les trop grandes différences de luminance pour une même image. On place un atténuateur sur le trajet optique de la fibre de prise de vue (qui peut cumuler la projection). Un seul filtre est alors suffisant car on va filtrer successivement chaque point de l'image.

30 6- Dispositif de microcaméra et microprojecteur laser selon la revendication 1 et 3 caractérisé en ce que la fibre de prise de vue ou de guidage de la projection laser est, au moins sur un tronçon constituée en son coeur d'un matériau électro-optique (LiNbO3 par exemple). Parallèle à ce  
35 tronçon et proche de celui-ci, on place une autre fibre elle aussi constituée d'un matériau électro-optique. Le parallélisme et la proximité des deux fibres ne doit se faire que sur un tronçon seulement de chaque fibre. Sur les deux fibres, on place deux électrodes E1 et E2, lorsqu'on applique une différence de potentiel, les champs des électrodes sont opposés et chaque champs induit  
40 une variation d'indice du coeur de la fibre contre laquelle il est placé. Les deux électrodes étant de potentiel opposé, les variations d'indices  $n_1$  et  $n_2$  sont opposées. Si les nouveaux indices sont  $n_1'$  et  $n_2'$  alors  $n_1' - n_1 = n_2 - n_2'$ . En l'absence de tension à ces électrodes, la région où les fibres sont parallèles est la région de couplage, c'est à dire qu'avec des coeurs juxtaposés, la lumière  
45 issue d'une fibre va se répartir dans les deux fibres. Donc l'intensité lumineuse perçue par la cellule en bout de fibre est la moitié de celle perçue par la fibre de prise de vue dans la caméra moins la déperdition lumineuse propre à la fibre. Si on applique un champs sur la région de couplage de cette fibre,



l'intensité lumineuse conduite par la fibre après cette région de couplage est maximale (alors elle est nulle pour l'autre fibre) car par la différence d'indice entre les deux fibres supprime le couplage.

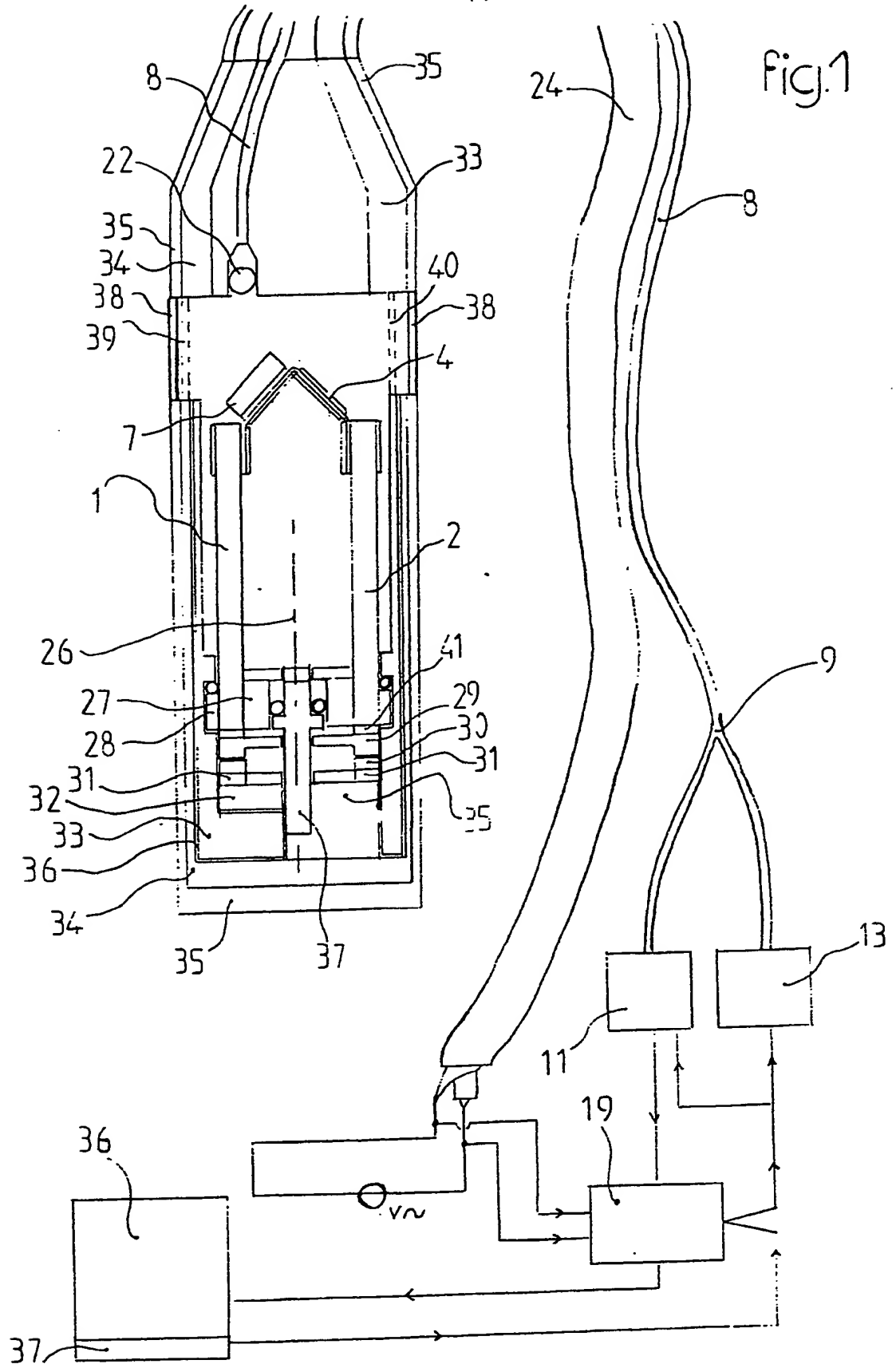
- 5 On place alors la cellule non pas sur la fibre captant la lumière dans la caméra, mais sur l'autre fibre pour obtenir une intensité lumineuse perçue par la cellule comprise entre la moitié de celle entrant dans la première fibre et une intensité lumineuse nulle.

- 10 7- Dispositif de microcaméra et microprojecteur laser selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'on module le faisceau laser de projection selon un rythme reconnaissable tel que modulation numérique en tout ou rien. La cellule de prise de vue va ensuite enregistrer et reconnaître ce message. On calcule le temps entre l'émission et la réception du message  
15 pour en déduire la distance entre l'objet qui réfléchit ce faisceau (en prise de vue) et la caméra.

- 20 8- Dispositif de microcaméra et microprojecteur laser selon la revendication 1 caractérisé en ce que la pièce (4) qui est jointe aux extrémités de la ou des lames est constituée de surfaces rigides (6) mais qui peuvent pivoter l'une autour de l'autre. Pour réaliser cette pièce, on prend une bande d'un matériau très souple (25) mais résistant à la rupture engendrée par la vibration (fibres de verre ou de carbone par exemple) avec les fibres parallèles au plan de vibration. Ensuite on sertit ce film à X endroits  
25 avec X pièces rigides: il suffit de plier chaque pièce en deux sur le film en adjoignant un mince film de colle ou bien en maintenant la fixation de la pièce sur le film par une pression suffisante sur le pliage, le film étant alors "écrasé" par les deux parties de la pièce l'enserrant. Il y a plusieurs pièces identiques qu'on va ainsi sertir côte à côte sur le film. L'espace entre ces  
30 pièces où le film n'est pas entouré va constituer une articulation (5). Cet espace doit avoir sa largeur voisine de l'épaisseur du film à l'endroit où il est sertit, c'est à dire l'épaisseur du film ajoutée à deux au double de l'épaisseur des pièces rigides plus éventuellement quelques microns de film de colle. Ensuite on sertit avantageusement les deux extrémités du film souple sur les endroits  
35 contre lesquels la pièce indice 4 va être accrochée (par exemple les extrémités des lames vibrantes). Deux pièces rigides vont alors par pliage unir ce film à ces extrémités et éviter le décollage du film de ces lames vibrantes du à ces vibrations.

1/2

fig.1



2/2

fig.2

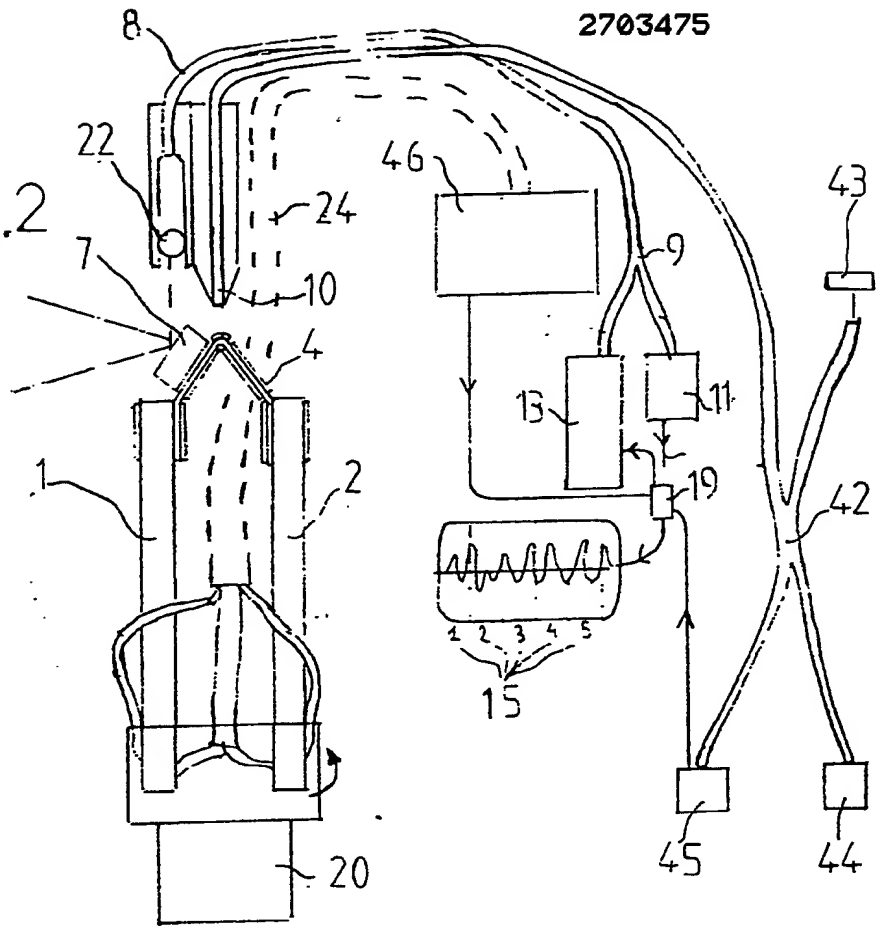


fig.3

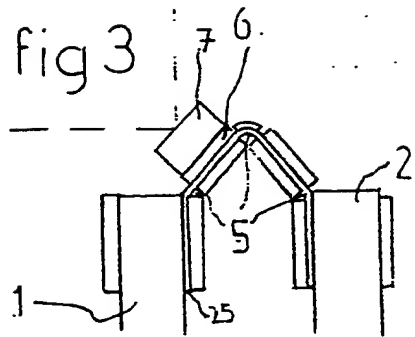


fig.4

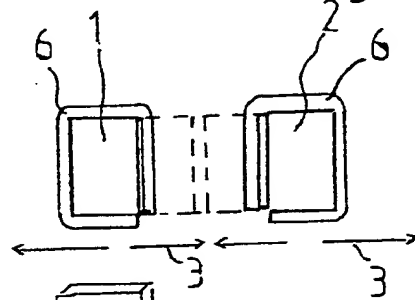
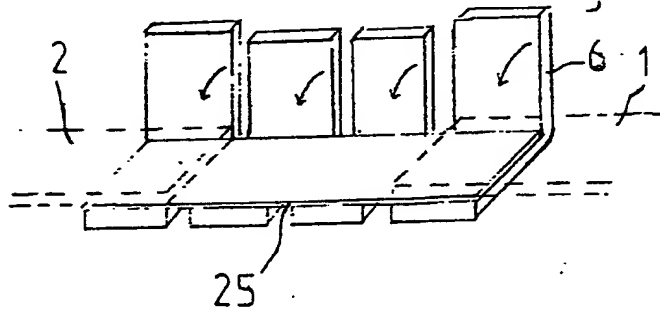


fig.5



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**